

[40124/01402]

# U.S. NONPROVISIONAL PATENT APPLICATION

For

**BUS STATION WITH INTEGRATED BUS MONITOR FUNCTION**

Inventor(s):

**Thomas GROS; and  
Fridolin FAIST**

Total Pages (including title page): 31

Represented by:

**FAY KAPLUN & MARCIN, LLP**

150 Broadway, Suite 702

New York, NY 10038

(212) 619-6000 (tel)

(212) 619-0276 / (212) 208-6819 (fax)

info@FKMiplaw.com

## Express Mail Certificate

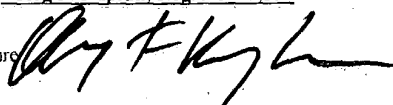
"Express Mail" Mailing Label No. EV 323 423 867 US

Date of Deposit July 18, 2003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

Name: Oleg F. Kaplun, Reg. No. 45,559

Signature



Aktenzeichen  
Neuanmeldung  
VEGA GRIESHABER KG

Unser Zeichen  
V 7447 / UP

München,  
18 July 2003

---

VEGA Grieshaber KG  
Hauptstr. 1-5, 77709 Wolfach, Deutschland

---

Bus station with integrated bus monitor function

---

#### **PRIORITY CLAIM**

This application claims the benefit of U.S. Provisional Patent Application Serial No. 60/397,558 filed on July 18, 2002 which is expressly incorporated herein, in its entirety, by reference.

UP:ps

## **TECHNISCHES GEBIET**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Busstation, die zur Integration in ein Bussystem oder zum Anschließen an ein Bussystem bestimmt ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Netzwerk mit zumindest einer solchen Busstation und die Verwendung einer solchen Busstation zur Überwachung eines Bussystems.

Eine Busstation liefert anderen Busteilnehmern bzw. Busstationen Prozessdaten oder Signale in Form von Telegrammen über das Bussystem. Vorzugsweise werden von einer solchen Busstation über das Bussystem auch entsprechende Daten und Signale empfangen. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Busstation im Bereich der Füllstand- oder Druckmesstechnik, die in ein Feldbussystem wie beispielsweise ein Profibus PA integriert oder hieran angeschlossen ist, um mit anderen an dem Bussystem angeschlossenen Busstationen digital zu kommunizieren. Insbesondere kann hierdurch eine Überwachung des Bussystems ermöglicht werden.

Als Busstation können im Rahmen der vorliegenden Erfindung insbesondere Sensoren, Aktoren, Steuerungseinheiten, Gateways, Bridges, Koppler und andere Einheiten der Aktorik und Sensorik bezeichnet werden, die zum Anschluss an ein Bussystem bestimmt sind und die über das Bussystem mit anderen Busstationen bzw. Busteilnehmern uni- oder bidirektional kommunizieren, insbesondere um Prozessdaten dem Bussystem zur Verfügung zu stellen und/oder um Prozessdaten aus dem Bussystem zu empfangen.

Häufig werden Sensoren und Aktoren über ein analoges 4 – 20 mA-Signal mit einer Steuerung- oder Auswerteeinheit direkt verbunden. Für jede Verbindung zwischen Sensor bzw. Aktor und der Steuer- oder Auswerteeinheit ist bei dieser Technik ein eigenes zweiadriges Kabel notwendig. Zusätzlich muss für jeden Sensor und Aktor eine Ein- bzw. Ausgangsschaltung (I/O) in der Steuerung- oder Auswerteeinheit (beispielsweise ein PC oder

SPS) vorgesehen werden. Um den Verkabelungsaufwand möglichst gering zu halten, d.h. um nicht jeden anzusteuernenden Sensor oder Aktor einzeln über eine eigene Verkabelung an die Steuerung- oder Auswerteeinheit anschließen zu müssen, werden die einzelnen Busstationen (beispielsweise Sensoren, Aktoren, Steuereinheit, Gateway, etc.) über eine gemeinsame Kabelinfrastruktur – einen sogenannten Bus (Binary Utility System) – miteinander verbunden, wodurch der Verkabelungsaufwand möglichst gering gehalten werden kann.

Im Bereich der Füllstandstechnik kommen vor allem sogenannte Feldbussysteme zum Einsatz. Ein Feldbus verbindet üblicherweise Komponenten der Aktorik oder Sensorik (wie beispielsweise Feldgeräte) einerseits mit einem Leit- oder Steuerrechner andererseits. Dabei werden Prozessdaten von der Sensorik registriert, über den Feldbus zum Steuerrechner übertragen und dort ausgewertet. Als Ergebnis des Auswertungsprozesses werden die Daten vom Steuerrechner wieder hin zu den Stationen der Aktorik übertragen, die dann regelnd in den zu überwachenden Prozess eingreifen. Dieser Datenaustausch erfolgt meist auf digitaler Basis. Ferner ist es auch möglich, die am Bussystem angeschlossenen Feldgeräte über das Bussystem zu kalibrieren oder in sonstiger Weise zu manipulieren, um beispielsweise ein Feldgerät in einen bestimmten Betriebsmodus zu versetzen.

Es ist anzumerken, dass eine Busstation im Sinne der vorliegenden Erfindung auch als Busteilnehmer oder allgemein als Feldgerät bezeichnet werden kann. Eine solche Busstation hat eine primäre Funktionalität wie beispielsweise Prozessdaten oder Umgebungsbedingungen zu messen. Beispielsweise kann mit einer Füllstandmessvorrichtung der Füllstand eines Füllgutes in einem Behälter oder Tank ermittelt werden. Der den Füllstand repräsentierende Wert wird dann über einen Bus zu einer Leitstelle oder dergleichen übertragen.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Problematisch bei dieser Art der Vernetzung von Geräten bzw. Busstationen untereinander ist jedoch die Überwachungs- bzw. Diagnosemöglichkeit des Systems im Fehlerfall oder auch die Optimierung des Systems. Es besteht daher der Bedarf, derartige Bussysteme zu überwachen, Fehlerzustände zu diagnostizieren und Optimierungen des Bussystems zuzulassen bzw. zu erleichtern:

In US 4,817,080 A a monitoring system for a local-area network has a distributed organization, in which a monitor manager on the network receives information from individual monitor units connected to different buses of the local-area network. Each monitor unit employs a plurality of counters in a packet memory that are dynamically allocated to specific packet characteristics as new packet characteristics appear on the network. A look-up table contains the association between counters and the characteristics with which they are associated, and a look-up engine operates the look-up table in such a manner as to enable it to search for the location of specific counters by employing a binary-search method. In this way, all processing for a given packet can be performed within the minimum packet time.

JP 05 130 108 A discloses a bus type local area network monitor equipment. The purpose of this monitor equipment is to connect monitor and control for a bus type local area network even when a tap transceiver connecting to a bus type local area network monitor is not available due to a fault or the like. The known monitor is provided with tap transceivers connected to a bus, plural interface circuits exchanging monitor information and control information of the bus type local area network and a selection circuit selecting one interface circuit optionally from the plural interface circuits. The monitor end control of the bus type local area network are implemented by sending/receiving the monitor information and the control information of the bus type local area network via the tap transceivers selected and connected by the selection circuit.

FR 2 691 029 A1 refers to remote surveillance and maintenance for digital transmission systems. The network interconnects to subscriber terminals with other subscriber terminals, by two bus networks. Two terminals are interconnected by a communication network. Two network terminals control operations. A remote testing of protocol carried out by an analyser connected to one of the terminals by a bus network, and by the addition of a specialist terminal to sample the protocol. The advantage of such a remote surveillance and maintenance appears to be that remote testing of network does not need qualified personal or could not to go to side, and therefore is cost effective. Such a method serves also to transport protocols for example X25 and to ISO/OSI.

A bus monitor circuit for switching system and a method for monitoring is disclosed in EP 0 601 768 A2. Here, a bus interface is connected to a data bus for receiving a copy of every packet on the data bus. An error detector determined whether the received packet contains an error, and produces an error detect signal and an error check result, if the receiver packet is determined as having an error. In response to the error detect signal, the received packet, the error check result and time-off-day data are stored into a register and transfer to one of the storage locations of a memory to keep a list of error records. A maintenance station reads stored error records from the memory for identifying the source of errors.

WO 96/38792 A1 discloses an apparatus for monitoring and controlling data flow in a computer network device having a plurality of parts comprising control means for directly linking ports together on the basis of additional information stored in the control means whereby incoming packets are lined directly to an output port to achieve high performance. The additional information is stored in one or more look-up tables additional to the normal CAM with the or each table addressed by separate processing. This allows the implementation to be in hardware rather than in software.

WO 98/14852 A1 discloses an interface between a remote communication network and a process control system. The interface includes a storage device, a communication software stack and a user software layer. The user software layer enables interfacing between the remote communications network and the process control system by directing the communication software stack to operate into process control system using a process communication protocol, by monitoring the message traffic on the communication software stack, and by copying requested message traffic to the storage device. The user software layer also includes media interface software that allows access to the storage device by the remote communications network to thereby deliver specific data to a device connected to the remote communications network.

WO 00/52579 A1 discloses a bus system with a master and several slaves which are linked by a bus line. Between the master the slaves at least one repeater is inserted. According to the unit disclosed therein, a monitoring unit is connected to the bus line which detects and evaluates the reaction times between sending a master call and the receipt of a slave response.

In DE 198 52 276 A1 a method for receiving a message via a serial data bus is disclosed. The method involves monitoring the data bus to identified start information for a first sub-message, receiving the first sub-message, starting a timer at the start of reception of the first sub-message; comparing the timer actual value of a first trash hold value and monitoring data bus for the presence of the further start information of a further sub-message if a certain timer criterion is fulfilled. This document refers also to a functional unit for receiving messages over a serial data bus and a local network with functional units.

In EP 1 049 292 A2 a system and method for network monitoring is disclosed. An algorithmic snoop unit snoops interleaved transactions over a shared bus as data is transmitted via transactions between clients connected to shared bus, and executes various algorithms upon data snooped from the transactions. The unit includes one or more algorithmic entries along

with an algorithmic engine. Each algorithmic entry includes a client ID register that identifies the client associate with a transaction, a starting address register and an ending address that define the address range upon which an algorithm will be executed, a read or write flag that identifies whether the transaction is a read or write operation, an encryption key register for holding an encryption key, a decryption key register for holding a decryption key, and algorithm ID register for identifying an algorithm to be executed, a status-control register which holds various status and control, an accumulator for accumulating results from the execution of the algorithm, a temporary storage area, and one or more memory pointers that index a location in memory for results comprising a large amount of data. If a match is found, the algorithm identified by the algorithm ID register is executed upon the data carried by the transaction.

Furthermore, JP 2 002164899 A discloses a network monitoring method and its equipment. The problem to be solved is to provide a network monitoring method and its equipment for finding and taking countermeasure against disguise of a device. To solve that problem the network monitoring equipment is provided with a topologic memory part which stores topological information of the network, a response time memory part which stores obtained response time of the execution of response inspection command, and a decision part which decides the consistency between topological information stored in the topologic memory part and the response time stored in the response time memory part, and it finds and takes a countermeasure against disguise of a device in the network like IEEE1394 by which such topology can be obtained.

Treten bei derartigen Bussystemen Kommunikationsprobleme zwischen einem oder mehreren Sensoren oder Aktoren und der Steuereinheit auf, so bereitet die Analyse eines derartigen Problems erheblichen Aufwand, sofern sich ein solches Problem überhaupt lösen lässt. In derartigen Fällen kann ein herkömmliches Multimeter nur noch bedingt Informationen über die Ursache der fehlerhaften Kommunikation liefern. Vielfach besteht dann nur noch die



Möglichkeit, über zusätzliche externe und zudem meist teure Geräte eine Überwachung oder Diagnose des Bussystems durchzuführen. Hierfür werden meist sogenannte Busmonitore als rein passive und externe Geräte an das Bussystem angeschlossen, um eine Überwachung oder Diagnose im Fehlerfall zu ermöglichen.

Der Busmonitor ist dabei ein rein passives Gerät und nimmt nicht aktiv an der Kommunikation des Bussystems teil. Seine Aufgabe besteht vielmehr darin, jeglichen Datenverkehr des Bussystems "mitzuhören" und in einem dafür vorgesehenen Speicher abzulegen. Um die so abgelegten Daten zu einem späteren Diagnosezeitpunkt wieder auffinden und identifizieren zu können, wird jedes einzelne Datentelegramm zusammen mit einem Zeitstempel und/oder einem Index in einem Speicher des Busmonitors abgelegt. Häufig verfügen derartige Busmonitore über ein eigenes Display oder einen Monitor, womit der registrierte Datenverkehr unmittelbar online zur Anzeige gebracht werden kann. Prinzipiell besteht aber auch die Möglichkeit, auf die im Speicher abgelegten und früher aufgezeichneten Daten zurückzugreifen, um sie zu einem späteren Zeitpunkt offline analysieren zu können.

Weiterhin umfassen derartige Busmonitore häufig eine Filterfunktion, die es vor allem bei komplexen Systemen erlaubt, den Telegrammverkehr des Bussystems nach bestimmten Filterkriterien vorzusortieren und abzulegen. Im Wesentlichen ist bei derartigen Filtern zwischen "Online-Filtern" und "Offline-Filtern" zu unterscheiden. Als Online-Filter wird ein Filter bezeichnet, der die am Bussystem auftretenden Telegramme bereits während der Aufzeichnung – also online – bewertet, jedoch nur diejenigen abspeichert, die einer bestimmten Filterregel entsprechen. Der Vorteil eines Online-Filters besteht darin, dass das zu speichernde Datenaufkommen reduziert wird; nachteilig ist jedoch, dass durch den Filtervorgang möglicherweise relevante Telegramme verloren gehen, wodurch es zu unvollständigen Aufzeichnungen kommt. Als Offline-Filter hingegen werden Filter bezeichnet, die Daten aus früheren Aufzeichnungen analysieren, wodurch die Daten übersichtlicher dargestellt werden können. Der Vorteil eines derartigen Offline-Filters besteht

darin, dass nur die im Moment der Analyse interessanten Daten dargestellt werden können, jedoch bei Bedarf auch auf ein Gesamtabbild der Daten umgeschaltet werden kann. Nachteilig erweisen sich derartige Offline-Filtern jedoch dadurch, dass diese stets ein sehr hohes Datenaufkommen bedingen.

Wie bereits erwähnt, müssen die zuvor beschriebenen Busmonitore als zusätzliche Geräte an das bestehende Bussystem angeschlossen werden. Indem diese Busmonitore extern als passive Geräte an das bestehende Bussystem angeschlossen werden, besteht die Gefahr, dass dadurch als Nebeneffekt das Bussystem infolge veränderter elektrischer Kenngrößen des Gesamtsystems beeinflusst wird, was dann zu fehlerhaften Diagnosen führen kann.

Weiterhin erweisen sich diese externen, passiven Busmonitore dadurch als nachteilig, dass mit Ihnen Langzeitdiagnosen nicht durchführbar sind, da diese Geräte nicht ständig im Bussystem verbleiben können. Eine Fehlerursachenforschung ist daher häufig nicht möglich, da diese Busmonitore zum Zeitpunkt, zu dem ein Fehler auftritt, meist nicht im Bussystem eingebaut sind.

Derartige externe Busmonitore sind überdies deswegen als für die Fehlerdiagnose ungeeignet, da mit Ihnen nur der lokale Datenverkehr, an der Stelle, an der der Busmonitor angeschlossen ist, registriert werden kann. Eine globale Überwachung hingegen ist nicht möglich. Der jeweilige Datenverkehr einzelner Busstationen hinter ihrem jeweiligen Businterface ist somit für einen externen Busmonitor nicht registrierbar, d.h. Fehler in der Kommunikation in der Busstation bleiben unentdeckt.

## **DARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

Der vorliegenden Erfindung liegt somit das Problem zugrunde, ein verbessertes Busmonitoring zur Fehlerursachenforschung oder Systemdiagnose zu ermöglichen.

Dieses Problem wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung durch eine neu konzipierte Busstation wie beispielsweise einem Sensor, einem Aktor, einer Steuereinheit oder einem Gateway, etc. gelöst, die die primäre Funktionalität des jeweiligen Gerätes mit einer zweiten Funktionalität, der Busmonitorfunktion, kombiniert, indem in die Busstation eine Busmonitoreinrichtung integriert wird. Unter der primären Funktionalität wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung der Hauptzweck der jeweiligen Busstation, also des an den Bus anzuschließenden Gerätes, bezeichnet, für den es eingesetzt wird. So besteht die primäre Funktionalität eines Sensors beispielsweise darin, physikalische Vorgänge zu erfassen und in elektrische oder digitale Signale umzusetzen, die weiter verarbeitet und ausgewertet werden können. Erfindungsgemäß nutzt nun die jeweilige Busstation das jeweils ohnehin für Zwecke der Prozessdatenkommunikation vorhandene Businterface neben dieser primären Funktionalität weiterhin, um eine Überwachung des Bussystems als sekundäre Aufgabe durchzuführen.

Um für diese sekundäre Funktionalität, die Datentelegramme auf dem Bussystem in Form von Monitordaten zu erfassen, ist in die Busstation eine Busmonitoreinrichtung integriert, wofür unter anderem beispielsweise die Software der Busstation um die Funktionalität zur Erfassung dieser Datentelegramme erweitert wird.

Neben der erwähnten möglichen Erweiterung der vorhandenen Software ist es ebenfalls möglich, eine eigene Software zur Erfassung der Datentelegramme in die Busstation zu

integrieren. Um auf die so erfassten Monitordaten, beispielsweise im Offline-Betrieb zurückgreifen zu können, kann die Busmonitoreinrichtung um einen Telegrammspeicher erweitert werden, in dem die idealerweise mit einem Zeitstempel und/oder einem Index versehenen Telegramme abgelegt werden. Erfindungsgemäß wird also durch eine solche neue Busstation mit Busmonitoreinrichtung das Bussystem nicht negativ beeinflusst, und es kann hiermit auch der Datenverkehr einer Busstation überwacht werden, der stationsintern "hinter" dem jeweiligen Businterface der einzelnen Busstation stattfindet.

Es kann sich als besonders günstig erweisen, alle in einem Bussystem vorhandenen Busstationen mit der erfindungsgemäßen integrierten Busmonitorfunktion auszustatten, da dadurch alle an beliebiger Stelle gewonnenen Monitordaten an jedem beliebigen Ort des Systems und zu jeder beliebigen Zeit verfügbar gemacht werden. Dieser Rückgriff auf den erfassten Datenbestand erfolgt vorzugsweise über die im Bussystem definierten Funktionen, wie beispielsweise im Falle eines Ether- oder Internet über FTP, Telnet oder HTTP.

Ein weiterer Vorteil der Integration der Busmonitorfunktion in eine Busstation besteht darin, dass dadurch gewährleistet wird, dass dadurch eine negative Beeinflussung infolge veränderter elektrischer Kenngrößen des Gesamtsystems vermieden wird, da die jeweilige Busstation dauerhaft im System verbleibt. Weiterhin vorteilhaft erweist sich die Integration der Busmonitorfunktion in eine Busstation dadurch, dass dadurch, dass die Busstationen dauerhaft im System verbleiben auch Langzeitdiagnosen möglich werden, wodurch die Erforschung einer möglichen Fehlerursache möglich wird.

Um die mit Hilfe der erfindungsgemäßen integrierten Busmonitorfunktion gewonnenen Daten zu visualisieren, kann jede Busstation gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung einen Monitor oder ein Display umfassen, womit der registrierte Datenverkehr unmittelbar online oder auch offline zur Anzeige gebracht werden kann. Eine andere Möglichkeit, um auf die mit Hilfe der Busmonitorfunktion gewonnenen Daten zurückgreifen

zu können, besteht darin, bei einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung mit Hilfe der Kommunikationssoftware über das Bussystem auf den Datenbestand zurückzugreifen. Dieser Rückgriff auf den Datenbestand erfolgt vorzugsweise über die im Bussystem definierten Funktionen, wie beispielsweise im Falle eines Ether- oder Internet über FTP, Telnet oder HTTP.

Durch diese Funktionen ist es möglich, auf die gewonnenen Monitordaten über mehrere Kommunikationsebenen hinweg zuzugreifen. Für Feldgeräte, die neben der Busschnittstelle zusätzlich über eine weitere Schnittstelle, wie beispielsweise eine Konfigurationsschnittstelle, verfügen, besteht die Möglichkeit, die aufgezeichneten Monitordaten über diese weitere Schnittstelle auszulesen. Diese Ergänzung ermöglicht die Diagnose und Überwachung des Telegrammverkehrs der jeweiligen Busstation mit dem Bussystem auch dann, wenn keine Kommunikation zwischen Bussystem und Busstation, beispielsweise wegen einer beschädigten Datenleitung, zustande kommt.

Die Visualisierung der mit Hilfe der Busmonitorfunktion gewonnenen (gespeicherten) Daten kann alternativ gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Erfindung in einer für den Anwender verständlichen Form (z.B. Text- oder HTML-Datei) und/oder gemäß einer bevorzugten beispielhaften anderen Ausführungsform der Erfindung auch in einer maschinenverständlichen Form (z.B. binäre Codierung) erfolgen. Diese unterschiedlichen Arten der Visualisierung erweisen sich besonders vorteilhaft dadurch, dass je nach Anwenderzielgruppe unterschiedliche Darstellungsarten ausgewählt werden können. Bevorzugen Spezialisten in der Regel eine maschinenlesbare Darstellung, bei der der auftretenden Datenverkehr auf dem Bussystem Byte für Byte in maschinenlesbarer Darstellung eingelesen und als Hexadezimalzahlen dargestellt werden, bevorzugen Servicetechniker üblicherweise eine verständlichere Darstellung, bei der die Telegramme zum einen klar getrennt in Anfragen und Antworten, zum anderen "übersetzt", d.h. für den

Anwender in verständlicher Form, beispielsweise als Text oder HTML-Datei dargestellt werden.

Bei Bedarf umfassen die erfindungsgemäßen Busstationen gemäß einer bevorzugten beispielhaften weiteren Ausführungsform der Erfindung weiterhin in ihrer jeweiligen Busmonitoreinrichtung einen Filter, mit dem die erfassten Daten gefiltert werden. Durch eine derartige Filterfunktion wird die gezielte Darstellung bestimmter Telegrammtypen (d.h. unter Anwendung eines Befehlsfilters) oder die Darstellung von Telegrammen bestimmter Geräte (d.h. unter Anwendung eines Adressfilters) ermöglicht. Durch geeignete Filterabfragen ist die Busmonitorfunktion weiterhin in der Lage, die aufgezeichneten Telegramme auf Vollständigkeit bzw. Gültigkeit zu überprüfen und im Fehlerfall dem Anwender durch eine geeignete Darstellung zu signalisieren, dass bestimmte Telegramme ungültig sind. Für diese Fälle existieren geeignete Filterfunktionen, so dass beispielsweise nur ungültige Telegramme zur Anzeige kommen. Um die nur wirklich relevanten Telegramme auszufiltern, ist es weiterhin möglich, die erfassten Telegramme mit Hilfe logischer Und-, Und-/Oder- oder Oder-Kombinationen der Filterregeln auszufiltern, was prinzipiell sowohl im Online- oder als auch im Offline-Betrieb möglich ist.

Wie eingangs bereits erwähnt, wird daher durch eine derartige Filterfunktionalität das durch die Busmonitorfunktion erzeugte Datenaufkommen eingeschränkt und damit ein Online-Monitoring ermöglicht. Durch die Filterfunktion wird es somit beispielsweise ermöglicht, nur die bei der Busstation fehlerhaft ankommenden Telegramme aufzuzeichnen, um diese während des laufenden Betriebs online dem Anwender zugänglich zu machen.

Um mit Hilfe der Busmonitorfunktion ein Langzeitmonitoring des Bussystems zu ermöglichen, umfasst die Busmonitoreinrichtung der Busstation gemäß einer beispielhaften weiteren Ausführungsform der Erfindung einen genügend großen Telegrammspeicher, in dem die erfassten Telegramme abgelegt werden. Da die Busstation aufgrund ihrer primären

Funktion im System verbleibt, ist somit eine Langzeitüberwachung möglich. Die während des Betriebs auftretenden Fehler werden aufgezeichnet und können dann zu einem späteren Zeitpunkt direkt am Busteilnehmer, über das Bussystem, an dem die Busstation angeschlossen ist, über ein übergeordnetes Bussystem, oder über eine weitere Schnittstelle der Busstation ausgelesen werden.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist beispielsweise eine Busstation gemäß der Erfindung ein Füllstandmessgerät, ein Druckmessgerät oder ein Temperaturmessgerät. In diese Messgeräte ist die Busmonitoreinrichtung integriert.

## **KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

Im Folgenden ist zum besseren Verständnis und zur weiteren Erläuterung der vorliegenden Erfindung der technische Hintergrund der Erfindung und ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

- Fig. 1 zeigt den Aufbau eines Bussystems
- Fig. 2 zeigt ein mit einem Busmonitor überwachtes Bussystem
- Fig. 3 zeigt die Anbindung des Busmonitors der Fig. 2 mit einem Schnittstellenwandler.
- Fig. 4 zeigt den Aufbau eines Busmonitors
- Fig. 5 zeigt den Aufbau eines Gateways
- Fig. 6 zeigt den Aufbau eines Sensors bzw. eines Aktors
- Fig. 7 zeigt den Aufbau eines Bussystems mit in die Busstationen erfindungsgemäß integrierter Busmonitorfunktion.
- Fig. 8 zeigt den Aufbau eines Gateways mit integrierter Funktion gemäß der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 9 zeigt den Aufbau eines Sensors bzw. eines Aktors mit integrierter Busmonitorfunktion gemäß der vorliegenden Erfindung.



Fig. 10 a – c zeigt mögliche Darstellungen der Monitordaten.

Fig. 11 zeigt eine Benutzeroberfläche zur Definition von Filterkriterien.

In allen Figuren hinweg sind gleiche Einheiten und Funktionen mit übereinstimmenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

### **BESCHREIBUNG EINES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG**

Fig. 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines ersten digital kommunizierenden Bussystems 5 mit einer Steuereinheit 23, Sensoren 14 sowie einem Aktor 15, die jeweils über das digital kommunizierende Bussystem 5 mit der Steuereinheit 23 verbunden sind. Als Steuereinheit 23 kann hier jede beliebige speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder ganz speziell, beispielsweise die Auswertzentrale VEGALOG 571 der Firma VEGA Grieshaber KG verwendet werden. Als erstes Bussystem 5 kann hier jedes beliebige Bussystem, wie beispielsweise Fieldbus Foundation oder Hart verwendet werden, als besonders geeignet erweisen sich jedoch der Profibus PA bzw. der VBUS der Firma VEGA Grieshaber KG. In dieser Ausführungsform verfügt die Steuereinheit 23 über eine Konfigurationsschnittstelle 3, an die hier ein Konfigurationsrechner 10 angeschlossen ist. Der Konfigurationsrechner 10 ist ein gewöhnlicher PC oder kann auch ein spezielles Konfigurationsgerät sein.

Das erste Bussystem 5 ist hier optional mit einem zweiten Bussystem 40 über ein Gateway 41 erweitert. Das zweite Bussystem 40 stellt in Bezug auf das erste Bussystem 5 ein überlagertes Netzwerk, wie z.B. ein Ethernet oder Internet dar. Diesem zweiten Bussystem 40 wird es ermöglicht, über das Gateway 41 auf die Steuereinheit 23 oder auf die Sensoren 14 oder die

Aktoren 15 des ersten Bussystems 1 zuzugreifen. Als mögliche Variante ist es bekannt, die Steuereinheit 23 mit dem Gateway 41 in einem Gerät zu kombinieren.

Treten in einem derartigen System Probleme bei der Kommunikation zwischen einem oder mehreren Sensoren 14, Aktoren 15 und/oder der Steuereinheit 23 auf, so ist die Analyse eines derartigen Problems mit erheblichem Aufwand verbunden, sofern der dem Problem zugrunde liegende Fehler überhaupt aufgefunden werden kann. In einem solchen Fall kann ein herkömmliches Multimeter nur noch sehr bedingt Informationen über die Ursache der fehlerhaften Kommunikation liefern. Üblicherweise wird in solch einem Falle die Fehlerursache mit Hilfe externer Geräte, die an das Bussystem 5 oder 40 angeschlossen werden, diagnostiziert. Diese Geräte zur Überwachung eines Bussystems werden auch als Busmonitore bezeichnet. Die Fig. 2 zeigt exemplarisch das System der Fig. 1, das um solch einen Busmonitor 30 erweitert ist. Der Busmonitor 30 stellt hier ein zusätzliches externes und passives Gerät dar, das an das Bussystem 5 zusätzlich angeschlossen ist.

Im Gegensatz zu den Busstationen 14, 15, 23 nimmt der Busmonitor 30 nicht aktiv an der Datenkommunikation teil. Seine Aufgabe besteht vielmehr darin, jeglichen Datenverkehr auf dem Bussystem mitzuhören und diesen in einem dafür vorgesehenen Speicher abzulegen. Um den so registrierten Datenverkehr sichtbar zu machen, verfügt der Busmonitor 30 üblicherweise über ein eigenes Display oder einen Monitor. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist der Busmonitor 30 ein komplett eigenständiges Gerät. Der Busmonitor 30 kann jedoch ebenfalls auch nur als PC-Einsteckkarte oder als Schnittstellenwandler zum Anschluss an beispielsweise eine RS 232-Schnittstelle (COM-Schnittstelle) eines PCs ausgeführt sein. Die Fig. 3 zeigt eine derartige Anordnung mit einem über eine Schnittstelle (z.B. RS 232) an einen PC 32 angeschlossenen Schnittstellenwandler 31. In diesem Falle fungiert der PC 32 zusammen mit dem Schnittstellenwandler 31 als Busmonitor 30.

Wie aus den vorangehenden Figuren zu erkennen ist, werden die Busmonitore 30 stets an das bestehende System extern als zusätzliche Geräte angeschlossen. Diese Geräte weisen häufig den ungünstigen Nebeneffekt auf, das Bussystem in irgend einer Weise zu beeinflussen. Mit diesen externen Busmonitoren sind Langzeitdiagnosen jedoch nicht möglich, da die Busmonitore 30 nicht ständig im System verbleiben können. Eine Fehlerursachenforschung ist daher häufig nicht möglich, da die Busmonitore 30 zum Fehlerzeitpunkt meist nicht im System eingebaut sind. Hinzu kommt, dass ein externer Busmonitor 30 jeweils nur den Datenverkehr, der auf der Datenleitung des Bussystems abläuft, registrieren kann. Den Datenverkehr, der hinter den Schnittstellen der Busstationen 14, 15 und 23 an das Bussystem erfolgt, kann ein externer Busmonitor nicht erkennen.

Die Fig. 4 zeigt ein Funktionsschaubild eines gewöhnlichen Busmonitors 30. Der Busmonitor 30 umfasst ein Businterface 33, eine Kommunikationssoftware 34, einen Telegrammspeicher 35, einen Filter 36 und eine Visualisierungseinheit 21 mit einer Anzeige 50 und einer Tastatur 51. Der Busmonitor 30 ist über das Businterface 33 an ein bestehendes Bussystem 5 angeschlossen. Um den Datenverkehr auf dem Bussystem 5 zu registrieren, greift der Busmonitor 30 über das Businterface 33 mittels der Kommunikationssoftware 34 auf diesen Datenverkehr zu. Der so registrierte Datenverkehr wird dann in einem Telegrammspeicher 35 abgelegt oder kann auch direkt online mit Hilfe der Visualisierungseinheit 21 bzw. der Anzeige 50 optisch dargestellt zur Anzeige gebracht werden. Alternativ kann auf die so gewonnenen Daten jeweils ein Filter 36 angewendet werden, um die zu speichernde Datenmenge zu begrenzen.

Die Fig. 5 zeigt ein Funktionsschaubild eines Gateways 41, das, um die Kommunikation zwischen zwei Bussystemen 5, 40 zu gewährleisten, zwischen diese beiden Systeme eingeschaltet ist. Das Gateway 41 umfasst ein erstes Businterface 42 und ein zweites Businterface 43, eine erste Kommunikationssoftware 44 und eine zweite Kommunikationssoftware 45, einen Messwerte- und Datenspeicher 46 sowie eine

Funktionalität 47, die den Datenverkehr der beiden, meist nicht kompatiblen Bussysteme 5, 40 übersetzt. Um über das Bussystem 40 auf den Datenverkehr auf dem Bussystem 5 zugreifen zu können, greift die Kommunikationssoftware 45 über die erste Kommunikationssoftware 44 und das erste Businterface 42 auf die Daten auf dem Bussystem 5 zu. Dieser Datenverkehr wird über das erste Businterface 42 mit Hilfe der ersten Kommunikationssoftware 44 registriert. Der so registrierte Datenverkehr wird mit Hilfe der Übersetzungsfunktion 47 in ein für das Bussystem 40 verständliches Format transformiert und von der zweiten Kommunikationssoftware 45 über das Businterface 43 dem Bussystem 40 mitgeteilt. Alternativ umfasst das Gateway 41 eine Visualisierungseinheit 21 mit einer Tastatur 51 und einer Anzeige 50 zur Darstellung von Prozessdaten.

Die Fig. 6 zeigt den prinzipiellen Aufbau in Form eines Funktionsschaubildes eines Sensors 14 oder Aktors 15. Der Sensor 14 bzw. Aktor 15 umfasst eine Sensorik bzw. Aktorik 16, eine Signal- bzw. Prozessverarbeitungseinheit 17, einen Messwerte- und Datenspeicher 18, eine Kommunikationssoftware 19 und ein Businterface 20. Beispielsweise im Falle eines Sensors 14 empfängt die Sensorik 16 ein weiter zu verarbeitendes Signal. Dieses Signal wird von der Signal- und Prozessverarbeitungseinheit 17 weiterverarbeitet und beispielsweise in eine für die Kommunikationssoftware 19 verständliches Format transformiert. Die so transformierten Daten können möglicherweise von dem Messwerte- und Datenspeicher 18 zwischengespeichert werden. Anschließend werden die transformierten Daten von der Kommunikationssoftware 19 über das Businterface 20 dem Bussystem 5 mitgeteilt. Alternativ umfasst der Sensor 14 bzw. der Aktor 15 eine Visualisierungseinheit 21 mit einer Tastatur 51 und einer Anzeige 50 zur Darstellung von Prozessdaten.

Der Erfindung liegt nun der Gedanke zu Grunde, die primäre Funktionalität des Gateways 41 der Fig. 5 oder des Sensors 14 bzw. Aktors 15 gemäß Fig. 6 mit der Funktion eines Busmonitors 30 gemäß Fig. 4 zu einem neuen Gerät mit kombinierter Funktionalität mit

Gateway und Busmonitorfunktion gemäß Fig. 8 oder Sensor bzw. Aktor und Busmonitorfunktion gemäß Fig. 9 zu kombinieren.

Gemäß der Erfindung nutzen die Geräte Systemsteuereinheit 23, Sensor 14, Aktor 15 oder Gateway 41, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung als Busstationen bezeichnet werden, ihre systembedingten Hardwarekomponenten und hierbei vor allem das jeweilige Businterface nicht nur zur primären Aufgabe des Datenaustausches von Prozessdaten und Messwerten, sondern sie nutzen die gleichen Hardwarekomponenten und hierbei insbesondere das jeweilige Businterface zur Realisierung einer sekundären Aufgabe, nämlich der Busmonitorfunktion. Die Realisierung der Busmonitorfunktion wird dabei in den Busstationen durch eine Erweiterung der Busstationen um jeweils eine Busmonitoreinrichtung 30 bewerkstelligt.

Die Fig. 7 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines ersten digital kommunizierenden Bussystems 5 mit einer Steuereinheit 23, Sensoren 14 sowie Aktoren 15, die jeweils über das digital kommunizierende Bussystem 5 mit der Steuereinheit 23 verbunden sind. Optional ist das Bussystem 5 an ein zweites Bussystem 40 über das Gateway 41 gekoppelt. Als Steuereinheit 23 kann hier jede beliebige speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder ganz speziell, beispielsweise die Auswertzentrale VEGALOG 571 der Firma VEGA Grieshaber KG, Deutschland verwendet werden. Als erstes Bussystem 5 kann hier jedes beliebige Bussystem, wie beispielsweise Fieldbus Foundation oder Hart verwendet werden, als besonders geeignet erweisen sich jedoch der Profibus PA bzw. der VBUS der Firma VEGA Grieshaber KG, Deutschland.

Erfindungsgemäß umfassen die Steuereinheit 23, die Sensoren 14, die Aktoren 15 sowie das Gateway 41 jeweils eine integrierte Busmonitoreinrichtung 30. Das System der Fig. 7 entspricht somit dem System der Fig. 1 mit Ausnahme der erfindungsgemäßen Erweiterung

der Busstationen Steuereinheit 23, Sensor 14, Aktor 15 und Gateway 41, um jeweils die Busmonitoreinrichtung 30.

In dieser Ausführungsform verfügt die Steuereinheit 23 über eine Konfigurationsschnittstelle 3, an die hier ein Konfigurationsrechner 10 angeschlossen ist. Der Konfigurationsrechner 10 kann ein gewöhnlicher PC oder auch ein spezielles Konfigurationsgerät sein. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung erweist es sich jedoch als besonders zweckmäßig, eine derartige Konfigurationsschnittstelle auch bei den anderen Busstationen 14, 15, 41 vorzusehen. Eine derartige Konfigurationsschnittstelle erlaubt es, wenn beispielsweise der Kontakt von einer Busstation 14, 15, 41 wegen einer beschädigten Datenleitung zum Bussystem selbst nicht herstellbar ist, die gewonnen Monitordaten auszulesen.

Das erste Bussystem 5 ist hier optional mit einem zweiten Bussystem 40 über ein Gateway 41 erweitert. Das zweite Bussystem 40 stellt in Bezug auf das erste Bussystem 5 ein überlagertes Netzwerk, wie z.B. ein Ethernet oder Internet dar. Diesem zweiten Bussystem 40 wird es ermöglicht, über das Gateway 41 auf die Steuereinheit 23 oder auf die Sensoren 14 oder die Aktoren 15 des ersten Bussystems 5 zuzugreifen. Als mögliche Variante ist es bekannt, die Steuereinheit 23 mit dem Gateway 41 in einem Gerät zu kombinieren.

Über eine derartige Vernetzung der einzelnen Busstationen 14, 15, 41 untereinander und selbst über mehrer Ebenen 5, 40 hinweg wird es ermöglicht, die mittels der integrierten Busmonitoreinrichtungen 30 gewonnen Daten für das gesamte System zur Verfügung zu stellen. Alle an einer beliebigen Stelle gewonnen Monitordaten sind an jedem beliebigen Ort des Systems und zu jeder beliebigen Zeit verfügbar. Der Zugriff auf die Monitordaten erfolgt über die systemimmanenten Funktionen, wie im Falle eines Ether- oder Internetzes beispielsweise über FTP, Telnet oder HTTP. Mit Hilfe dieser Funktionen wird der Zugriff über mehrere Kommunikationsebenen hinweg ermöglicht.

Da die Monitordaten über die Kommunikationssoftware der jeweils angesprochenen Busstation abgerufen werden können, ist es beispielweise möglich, über das Bussystem 40, über das Gateway 41, über das Bussystem 5 mit dem Sensor 14 oder dem Aktor 15 ein Monitoring auszuführen und zwar so wie der Sensor 14 oder Aktor 15 die Telegramme des Bussystems 5 empfängt. Eine Beeinflussung des Bussystems 5 findet nicht statt, da der Sensor 14 oder der Aktor 15 auch im "normalen" Betrieb im System vorhanden ist.

Ebenso kann auch der umgekehrte Weg beschritten werden, indem über die Steuereinheit 23, über das Bussystem 5 aus dem Gateway 41 ein Monitoring des Bussystems 40 durchgeführt wird. Daraus ergibt sich dann die Möglichkeit an einem nicht am Bussystem funktionierenden Teilnehmer die Störungsursache zu finden.

Die Fig. 8 zeigt ein Funktionsschaubild eines Gateways 41, das, um die Kommunikation zwischen zwei Bussystemen 5, 40 zu gewährleisten, zwischen diese beiden Systeme eingeschaltet ist und das um die erfindungsgemäße Busmonitoreinrichtung erweitert ist. Das Gateway umfasst ein erstes Businterface 42 und ein zweites Businterface 43, eine erste Kommunikationssoftware 44 und eine zweite Kommunikationssoftware 45, einen Messwerte- und Datenspeicher 46 sowie eine Funktionalität 47, die den Datenverkehr der beiden, meist nicht kompatiblen Bussysteme 5, 40 übersetzt. Des weiteren ist das Gateway 41 um einen Datenfilter 49 und einen Telegrammspeicher 48 erweitert. Um über das Bussystem 40 auf den Datenverkehr auf dem Bussystem 5 zugreifen zu können, greift die Kommunikationssoftware 45 über die erste Kommunikationssoftware 44 und das erste Businterface 42 auf die Daten auf dem Bussystem 5 zu. Dieser Datenverkehr wird über das erste Businterface 42 mit Hilfe der ersten Kommunikationssoftware 44 registriert. Der so registrierte Datenverkehr wird mit Hilfe der Übersetzungsfunktion 47 in ein für das Bussystem 40 verständliches Format transformiert und von der zweiten Kommunikationssoftware 45 über das Businterface 43 dem Bussystem 40 mitgeteilt.

Gemäß der Erfindung ist es nun möglich mit dem Gateway 41 ein Monitoring der Bussysteme 5, 40 oder des Gateway selbst durchzuführen. Um den Telegrammverkehr auf dem Bussystem 5 oder 40 zu registrieren, greift das Gateway 41 über das Businterface 42 oder 43 mittels der Kommunikationssoftware 44 oder 45 auf diesen Telegrammverkehr zu. Der so registrierte Datenverkehr wird dann möglicherweise gefiltert in dem Telegrammspeicher 48 abgelegt oder kann auch direkt online mit der Visualisierungseinheit 21 bzw. mit der Anzeige 50 optisch dargestellt werden.

Die Fig. 9 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Sensors 14 oder Aktors 15 in Form eines Funktionsschaubildes gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Sensor 14 bzw. Aktor 15 umfasst eine Sensorik bzw. Aktorik 16, eine Signal- bzw. Prozessverarbeitungseinheit 17, einen Messwerte- und Datenspeicher 18, eine Kommunikationssoftware 19 und ein Businterface 20. Des weiteren ist der Sensors 14 oder der Aktor 15 um einen Datenfilter 49 und einen Telegrammspeicher 48 erweitert. Beispielsweise im Falle eines Sensors 14 empfängt die Sensorik 16 ein weiter zu verarbeitendes Signal. Dieses Signal wird von der Signal- und Prozessverarbeitungseinheit 17 weiterverarbeitet und beispielsweise in eine für die Kommunikationssoftware 19 verständliches Format transformiert. Die so transformierten Daten können möglicherweise von dem Messwerte- und Datenspeicher 18 zwischengespeichert werden. Anschließend werden die transformierten Daten von der Kommunikationssoftware 19 über das Businterface 20 dem Bussystem 5 mitgeteilt.

Gemäß der Erfindung ist es nun möglich mit dem Sensor 14 oder dem Aktor 15 ein Monitoring der Bussysteme 5 oder des Sensors 14 oder des Aktors 15 selbst durchzuführen. Um den Datenverkehr auf dem Bussystem 5 zu registrieren, greift der Sensor 14 oder Aktor 15 über das Businterface 20 mittels der Kommunikationssoftware 19 auf diesen Datenverkehr zu. Der so registrierte Datenverkehr wird dann möglicherweise gefiltert in dem Telegrammspeicher 48 abgelegt oder kann auch direkt online mit der Visualisierungseinheit 21 bzw. mit der Anzeige 50 optisch dargestellt werden.



Die Fig. 10 a – c zeigen verschiedene mögliche Darstellungen der Monitordaten, die mit Hilfe der integrierten Busmonitorfunktion gewonnen worden sind. Wie bereits erwähnt kann die Visualisierung der mit Hilfe der Busmonitorfunktion gewonnenen (gespeicherten) Daten alternativ in einer für den Anwender verständlichen Form (z.B. Text- oder HTML-Datei) und/oder gemäß einer bevorzugten beispielhaften anderen Ausführungsform der Erfindung auch in einer maschinenverständlichen Form (z.B. binäre Codierung) erfolgen. Die Fig. 10a zeigt den durch die Monitorfunktion erfassten Datenverkehr, der von einem Bussystem Byte für Byte eingelesen wurde, in einer hexadezimalen Zahlendarstellung getrennt in Anfragen (request) und Antworten (answer) zu einem bestimmten Zeitpunkt. Eine verständlichere Darstellung der Monitordaten zeigt die Fig. 10b, in der die erfassten Daten in einer "übersetzten" Form visualisiert sind. Da je nach Anwenderzielgruppe unterschiedliche Darstellungsarten bevorzugt werden, kann zwischen den Darstellungen der Fig. 10a und der Fig. 10b umgeschaltet werden. Eine weitere Möglichkeit der Darstellung zeigt die Fig. 10c. Hier sind die beiden Darstellungsarten der Fig. 10a und 10b miteinander kombiniert, indem sowohl die hexadezimale wie auch die "übersetzte" Darstellung parallel nebeneinander zur Anzeige gebracht werden.

Die Fig. 11 zeigt eine Benutzeroberfläche zur Definition von Filterkriterien, um nur bestimmte Daten zu erfassen. Mit Hilfe dieser Benutzeroberfläche können bestimmte Filterbedingungen, wie beispielsweise Befehlsfilterbedingungen und/oder Adressfilterbedingungen, definiert werden (Bedingungen 1 bis 8), die untereinander mit logischen Operatoren beliebig miteinander kombiniert werden können, wobei jede Filterbedingung (beispielsweise Bedingung 1) nochmals aus mehreren Bedingungen, die wiederum logisch miteinander verknüpft sind, bestehen kann.

## ANSPRÜCHE

1. Busstation, die eine primäre Funktionalität wie beispielsweise eine Sensorfunktion hat und an ein Bussystem ankoppelbar ist, umfassend:
  - zumindest ein Businterface zur Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem, und
  - eine Busmonitoreinrichtung, die in der Busstation integriert ist und die mit dem Businterface gekoppelt ist, wobei die Busmonitoreinrichtung der Busstation eine sekundäre Funktionalität verleiht, indem die Busmonitoreinrichtung für zumindest eine der Tätigkeiten: Überwachung der Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem über das Businterface und Überwachung der internen Kommunikation in der Busstation ausgebildet ist.
2. Busstation nach Anspruch 1, wobei die Busmonitoreinrichtung dem Bussystem Monitordaten zur Verfügung stellt und/oder Monitordaten aus dem Bussystem empfängt.
3. Busstation nach Anspruch 1, wobei die Busmonitoreinrichtung auf Datentelegramme des Bussystems zugreift und diese in Form von Monitordaten erfasst, um diese anschließend dem Bussystem wieder zur Verfügung zu stellen, wodurch die Busstation die Funktionalität eines Busmonitors hat.
4. Busstation nach Anspruch 1, wobei die Busmonitoreinrichtung auf Daten der Busstation zugreift und diese in Form von Monitordaten erfasst, um diese anschließend dem Bussystem wieder zur Verfügung zu stellen, wodurch die Busstation die Funktionalität eines Busmonitors hat.
5. Busstation nach Anspruch 1, wobei die Busmonitoreinrichtung eine Programmeinheit umfasst, die auf die

Datentelegramme des Bussystems und auf die Daten der Busstation selbst zugreift und diese weiter verarbeitet.

6. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busmonitoreinrichtung zumindest einen Filter umfasst, der die erfassten Monitordaten nach bestimmten Filterkriterien auswertet.

7. Busstation nach Anspruch 6,  
wobei der Filter ein Befehlsfilter ist.

8. Busstation nach Anspruch 6,  
wobei der Filter ein Adressfilter ist.

9. Busstation nach Anspruch 6,  
wobei der Filter ein kombinierter Befehls-Adressfilter ist.

10. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busmonitoreinrichtung einen Telegrammspeicher umfasst, in dem die erfassten Monitordaten gespeichert werden.

11. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die durch die Busmonitoreinrichtung erfassten Monitordaten dem Bussystem zur Weiterverarbeitung über das Businterface dem Bussystem zur Verfügung gestellt werden.

12. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busstation eine weitere Schnittstelle umfasst, über die die durch die Busmonitoreinrichtung erfassten Monitordaten zur Weiterverarbeitung von einem externen

Auswertesystem ausgelesen werden.

13. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busminitoreinheit einen Monitor oder ein Display zur Visualisierung der  
Monitordaten umfasst.

14. Busstation nach Anspruch 10,  
wobei die Monitordaten online auswertbar sind.

15. Busstation nach Anspruch 10,  
wobei die Monitordaten offline auswertbar sind.

16. Busstation nach Anspruch 1 oder 11,  
wobei die Busmonitoreinrichtung die gewonnen Monitordaten selbsttätig anderen  
Busstationen oder an ein Auswertesystem weiterleitet.

17. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busstation ein Sensor oder ein Aktor ist.

18. Busstation nach Anspruch 17,  
wobei der Sensor ein Füllstandmessgerät ist.

19. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busstation eine Steuereinheit zum Einlesen der Prozessdaten der Sensorik und zum  
Ausgeben von Prozessdaten zur Aktorik ist.

20. Busstation nach Anspruch 15,  
wobei die Steuereinheit eine speicherprogrammierbare Steuerung ist.

21. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busstation ein Gateway ist, die zwei verschiedenartige Bussysteme miteinander verbindet.

22. Busstation nach Anspruch 1,  
wobei die Busstation ein Bridge ist, die zwei gleichartige Bussysteme miteinander verbindet.

23. Netzwerk mit zumindest einem Bussystem und zumindest einer Busstation, die eine primäre Funktionalität wie beispielsweise eine Sensorfunktion hat und an ein Bussystem ankoppelbar ist,

- wobei die Busstation zumindest ein Businterface zur Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem und eine Busmonitoreinrichtung umfasst, wobei die Busmonitoreinrichtung in der Busstation integriert ist und mit dem Businterface gekoppelt ist und der Busstation eine sekundäre Funktionalität verleiht, indem die Busmonitoreinrichtung für die Überwachung der über das Businterface stattfindenden Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem ausgebildet ist,

- wobei das Netzwerk über die in der Busstation integrierte Busmonitoreinrichtung überwacht wird.

24. Verfahren zur Durchführung eines Monitorings eines Bussystems, bei dem  
- eine Busstation an das Bussystem angeschlossen wird, wobei die Busstation eine primäre Funktionalität wie beispielsweise eine Sensorfunktion hat, und zumindest ein Businterface zur Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem und eine Busmonitoreinrichtung umfasst, wobei die Busmonitoreinrichtung in der Busstation integriert

ist und mit dem Businterface gekoppelt ist, wobei die Busmonitoreinrichtung der Busstation eine sekundäre Funktionalität in Form des Monitorings verleiht,

- die über das Businterface stattfindende Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem mittels der Busmonitoreinrichtung überwacht wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, bei dem eine Überwachung des auf dem Bussystem ablaufenden Telegrammverkehrs aus der Busstation heraus erfolgt.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei der Telegrammverkehr mit Hilfe einer in der Busstation befindlichen Programmeinheit registriert und weiterverarbeitet wird.

27. Verfahren zur Durchführung eines Monitorings eines Bussystems, bei dem

- eine Busstation an das Bussystem angeschlossen wird, wobei die Busstation eine primäre Funktionalität wie beispielsweise eine Sensorfunktion hat, und zumindest ein Businterface zur Kommunikation der Busstation mit dem Bussystem und eine Busmonitoreinrichtung umfasst, wobei die Busmonitoreinrichtung in der Busstation integriert ist und mit dem Businterface gekoppelt ist, wobei die Busmonitoreinrichtung der Busstation eine sekundäre Funktionalität in Form des Monitorings verleiht,
- die interne Kommunikation in der Busstation mittels der Busmonitoreinrichtung überwacht wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Busstation (14; 15; 23) wie beispielsweise einen Sensor (14), Aktor (15) oder ein Gateway (23), die neben ihrer primären geräteimmanenten Funktion eine sekundäre Funktion erfüllen, nämlich die einer Busmonitorfunktion. Um dieser sekundären Funktionalität gerecht werden zu können, sind die Busstationen (14; 15; 23) jeweils mit einer Busmonitoreinrichtung (30) ausgestattet, die es erlaubt, auf den auf dem Bussystem (5; 40) ablaufenden Telegrammverkehr zuzugreifen, diesen zu registrieren und weiterzuverarbeiten. Ferner betrifft die Erfindung ein Netzwerk, das mit derartigen Busstationen (14; 15; 23) ausgestattet ist und ein Verfahren zur Durchführung solch eines Monitorings mit Hilfe der genannten Busstationen (14; 15; 23).

(Fig. 7)